豆科綠肥農地永續性利用之研究

吳昭慧、連大進、吳文政、林國清
行政院農業委員會台南區農業改良場

摘　　要

氮肥對不同耕作模式之水稻台梗 8 號之產量影響，以綠肥輪作之水稻對氮肥的利用效率高，綠肥輪作之一期水稻施用每公頃 800 公斤氮肥，其稻穀產量每公頃 6918 公斤，明顯高於水稻連作之一期水稻產量，其增產指數為 17.3%。綠肥輪作之二期水稻施用每公頃 800 公斤氮肥，其稻穀產量每公頃 6439 公斤，明顯高於水稻連作之二期水稻產量，其增產指數為 7.7%。

一、前　　言

綠肥為台灣二十至四十年代重要肥培作物，民國 24 年及 38 年全省綠肥面積曾達 218,620 公頃及 216,451 公頃，為歷年來栽培的最高點，爾後因速效性化學肥料廣泛使用，使綠肥栽培式微導致台灣耕地土壤發生鹽化及硬化現象，部分農田 E.C.值（Electrical conductivity）遂有逐年偏高的趨向，嚴重區則無法再從事農作物生產。由於過多硝酸鹽類肥料遺留，污染了土壤及河川水源，影響生態環境也確有害人體健康。此類顯示現代化農耕已出現了問題，提醒國人重新思考綠肥作物栽培的重要性，因為農業的生產已不單是糧食增產的問題，更須放眼未來著重生態環境維護與人類生活品質提昇。而自古以來中外都瞭解綠肥是永續性農業（Sustainable agriculture）經營的一項重要措施，利用綠肥作物提升作物生產力及品質且無污染，漸為世界各國所重視，綠肥的功能包括改善土壤理化性，增進微生物的活動，防止雜草叢生及具水土保持功用並有淨化空氣，綠化美化農村景觀。亦有許多研究顯示，適當地應用綠肥對水稻產量、減少化學用量或增加農田地力等均有顯著效益。因此要改善台灣不良耕地環境，多種植綠肥作物及施用有機肥料，才能減少化學肥料過量使用的問題。

豆科綠肥（Legume green manure）因根部具有與根瘤共生，能固定空氣中的游離氮素補償土壤中氮素之不足，提供綠肥作物更多氮素養分，掩施後可大大增加土壤中氮肥含量，對需氮肥較多之作物幫助甚多，實為優良綠肥作物，就目前許多開發國家倡導有機農業（Organic farming），其制度更將豆科綠肥納入輪作體系中，提供主作物的氮素來源。不同豆科作物以大豆適應性最為廣泛，栽培不論春、夏、秋水田或旱田均適宜，大豆根群發達，其主根及側根所形成根瘤大而密集，固氮效率佳且植體氮素的含量較其它豆科綠肥作物高。國外一些報告提到大豆與玉米輪作較玉米連作增加玉米產量 32%，大豆與高粱輪作有同樣提高後作產量的效果，可見大豆做為綠肥之肥效成分高，值得國人重視。

關鍵詞：輪作、水稻、綠肥

綠肥大豆台南 4 號種子小、發芽率高、生長勢旺、對光敏感、生育期較長，春作可以維持 160 天，夏作 135 天，可足夠做為正期作 130～150 天綠肥栽培利用，為台灣現階段水旱田利用調整計畫正期作田休耕綠肥之一，如能配合台灣地區最大栽培面積之水稻栽培，將有助於減少化學肥料過量使用及維護農田地力。本研究目的在於探討綠肥大豆與水稻輪作對水稻稻穀產量及土壤肥力之影響，以建立綠肥大豆與水稻輪作之肥培管理之參考依據。

二、材料與方法

綠肥大豆與水稻輪作體系建立及肥培管理(第五年)

1. 試驗地點：嘉義。
2. 耕作模式：A. 一期作水稻，二期作水稻。B. 一期作水稻，二期作綠肥大豆。C. 一期作綠肥大豆，二期作水稻，共 3 種。
3. 試驗方法：試驗田 0.3 公頃，試驗採裂區設計，試區主區處理為綠肥大豆與水稻輪作之三種耕作系統，綠肥大豆台南 4 號，撒播，每 0.1 公頃播種量 3 公斤，覆蓋稻草，掩施期於播種後 100 天進行。副區處理為水稻種植插秧前肥料每公頃施用量分為硫酸銨 800 公斤、600 公斤、400 公斤及 0 公斤等 4 種處理，過磷酸鈣 375 公斤及氯化鉀 150 公斤各 1 種處理。調查水稻生育日數、株高、抽穗期、單位面積產量、單株穗數、每穗粒數、千粒重、稔實率、倒伏率、病蟲害及綠肥鮮草量，並比較綠肥種植減少水稻施肥量之效益。

三、結果與討論

綠肥大豆與水稻輪作體系建立及肥培管理，95 年綠肥大豆台南 4 號植體產量及養分含量調查(表 1)，一期作綠肥大豆台南 4 號 100 天時覆蓋高度為 64.7 公分，鮮草產量每公頃 27988 公斤，乾草產量 5972 公斤，乾物率為 21.5%，每公頃含氮 143 公斤，磷 15 公斤，鉀 123 公斤，綠肥大豆生育 100 天之後掩埋並種植二期作水稻。二期作綠肥大豆台南 4 號 100 天時覆蓋高度為 60.8 公分，鮮草產量每公頃 25780 公斤，乾草產量 5749 公斤，乾物率為 22.3%，每公頃含氮 134 公斤，磷 14 公斤，鉀 136 公斤。

表 1.　95 年綠肥大豆台南 4 號植體產量及養分含量（100 天）

期作	覆蓋高度 (cm)	鮮草產量（kg/ha）	乾草產量（kg/ha）	乾物率 (%)	植體養分含量（kg/ha） 氮	磷	鉀
一期	64.7	27988	5972	21.5	143	15	123
二期	60.8	25780	5749	22.3	134	14	136

氮肥對不同耕作模式之一期水稻台梗 8 號之產量影響如表 2，前期作綠肥大豆之水稻株高、每穗粒數、穗長及稻穀產量以每公頃氮肥用量 800 及 600 公斤之表現較佳，而兩者之稻

穀產量差異未達顯著。每公頃氮肥用量 800 公斤株高 113.6 公分，每穗粒數 90.2 粒，穗長 18.1 公分，稻穀產量 6918 公斤。每公頃氮肥用量 600 公斤株高 110.7 公分，每穗粒數 106.7 粒，穗長 19.4 公分，稻穀產量 6487 公斤，較農家慣用氮肥每公頃 800 公斤之表現理想，因此長期與綠肥輪作之水稻田可以減少氮肥之施用。不同耕作模式水稻連作田與綠肥大豆輪作田比較，在同一氮肥施用等級，連作田水稻每公頃氮肥施用 800 公斤，其產量為每公頃 5900 公斤，明顯較輪作綠肥大豆之稻穀 6918 公斤者低，因此前期作種植綠肥大豆之水稻明顯較連作田水稻為佳，且每公頃氮肥施肥量應酌予減為 600 公斤。

表 2. 氮肥對不同耕作模式之一期水稻台梗 8 號之產量影響

耕作模式 二期－一期	氮肥處理 （kg/ha）	株高 (cm)	單株穗數 (panicle)	每穗粒數 (seed)	穗長 (cm)	穗重 (g)	千粒重 (g)	稻穀產量 （kg/ha）
綠肥－水稻	800	113.6	20.9	90.2	18.1	1.9	29.5	6918
綠肥－水稻	600	110.7	16.2	106.7	19.4	2.6	28.9	6487
綠肥－水稻	400	106.3	20.4	86.6	17.6	2.0	29.3	6159
綠肥－水稻	0	97.2	18.2	85.3	17.5	2.1	28.7	5759
水稻－水稻	800	100.2	17.3	85.2	17.9	2.2	30.8	5900
LSD 5%	-	3.3	4.1	10.9	0.9	0.3	2.2	555

氮肥對不同耕作模式之二期水稻台梗 8 號之產量影響如表 3，前期作綠肥大豆之水稻株高、每株穗數、穗長及稻穀產量以每公頃氮肥用量 800 及 600 公斤之表現較佳，而兩者之稻穀產量差異未達顯著。每公頃氮肥用量 800 公斤株高 110.2 公分，每株穗數 16.7 穗，穗長 20.3 公分，稻穀產量 6439 公斤。每公頃氮肥用量 600 公斤株高 111.2 公分，每株穗數 16.3 穗，穗長 20.4 公分，稻穀產量 6830 公斤，較農家慣用氮肥每公頃 800 公斤之表現理想，因此長期與綠肥輪作之水稻田可以減少氮肥之施用。不同耕作模式水稻連作田與綠肥大豆輪作田比較，在同一氮肥施用等級，連作田水稻每公頃氮肥施用 800 公斤，其產量為每公頃 5978 公斤，明顯較輪作綠肥大豆之稻穀 6439 公斤者低，因此前期作種植綠肥大豆之水稻明顯較連作田水稻為佳，且每公頃氮肥施肥量應酌予減為 600 公斤。

表 3. 氮肥對不同耕作模式之二期水稻台梗 8 號之產量影響

耕作模式 一期－二期	氮肥處理 （kg/ha）	株高 (cm)	單株穗數 (panicle)	每穗粒數 (seed)	穗長 (cm)	穗重 (g)	千粒重 (g)	稻穀產量 （kg/ha）
綠肥－水稻	800	110.2	16.7	105.7	20.3	3.6	32.6	6439
綠肥－水稻	600	111.2	16.3	102.6	20.4	3.6	32.4	6830
綠肥－水稻	400	106.6	17.3	98.9	19.6	3.3	24.8	5563
綠肥－水稻	0	99.8	11.6	96.1	19.3	3.2	32.3	5188
水稻－水稻	800	106.2	12.9	109.8	20.2	3.7	32.8	5978
LSD %		3.0	3.3	13.2	0.7	0.4	9.8	785

四、參考文獻

1. 王啟柱。1965。台灣之綠肥與覆土作物。台灣銀行季刊 8(2)：180～215。
2. 台灣省政府農林廳編印。1995。綠肥作物栽培利用。中興新村、南投、台灣。
3. 吳昭慧、連大進。2002。綠肥兼覆蓋用大豆品種育成及在農業永續性之利用。雜糧與畜產 338：9～13。
4. 連大進。1995。田菁綠肥之利用與實例。台灣農業 31(1)：111～118。
5. 連大進、吳昭慧、黃山內、游添榮、王裕權。2000。綠肥大豆新品種台南 4 號之育成。台南區農業改良場研究彙報 37：1～16。
6. 黃山內、蔡宗仁、蘇匡基。1982。栽種滿江紅對節省水稻氮肥之經濟性研究。台中區農業改良場研究彙報 6：103～111。
7. 蔡宜峰、許愛娜。2000。綠肥青皮豆與水稻輪作對稻米產量及土壤肥力之影響。台中區農業改良場研究彙報 69：13～21。
8. Atalah, T. and J. M. Lopez-Real. 1991.Potential of green manure species in recycling nitrogen, phosphorus and potassium. Biol. Agric. Hort. 8：53～65.
9. Bouldin, D.R. 1988. Effect of green manure on soil organic matter content and nitrogen availability. p.151～163. In Green manure in rice farming. Symposium of 'the role of green manure crops in rice farming systems.' IRRI. Philip.
10. Lesoing, G. W. 1988. Progress report on research project 12～158. Agricultural Research and Development center, Mead, Nebraska.
11. Meelu, O.P. and R.A. Morris. 1988. Green manure management in rice-based cropping systems. P.209～222. Green manure in rice farming. Symposium of 'the role of green manure crops in rice farming systems.' IRRI. Philip.
12. Penas, E. J. 1982. Soybean in rotation-what's their worth? Soil Science News. Univ. Nebraska Extension Service, vol. 4, no. 9.

Research of Sustainable Agriculture in Legume Green Manure

C. H. Wu, T. J. Lien, W. C. Wu and Z. C. Lin
Tainan District Agricultural Research and Extension Station, COA, Executive Yuan

Summary

The first model of rotation system is the rice applied 800 kg/ha ammonium sulphate as base fertilizer in first cropping and green manure (soybean) in the second cropping. The second model of rotation system is the rice applied 800 kg/ha ammonium sulphate as base fertilizer in second cropping and green manure (soybean) in the first cropping. The check model of rotation system is the rice applied 800 kg/ha ammonium sulphate as base fertilizer in first cropping and second cropping. The result showed that the grain yield (6918 kg/ha) of the first model was 17.3 % higher than that of the check model. The grain yield (6439 kg/ha) of the second model was 7.7 % higher than that of the check model.

Key words：Cropping system, Rice, Green Manure, Soybean.